

УДК 621.86

Я.Ю. Марушак<sup>1,2</sup>, А.П. Кушнір<sup>1</sup>  
 м. Львів<sup>1</sup>, Україна, м. Бидгощ<sup>2</sup>, Польща

### МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ СТРИЛИ З ЛЮЛЬКОЮ

Останнім часом в усьому світі ведеться будівництво висотних будинків, як житлового, так і адміністративного характеру. Такі будинки вважаються технологічно складними будівельними об'єктами і джерелами підвищеної небезпеки для людини, не дивлячись на оснащеність сучасними автоматичними засобами безпеки. При виникненні в них усякого роду надзвичайних ситуацій, виникає проблема щодо проведення рятувальних робіт на значних висотах. У таких випадках використовують аварійно-рятувальну техніку. Робота рятувальників в люльках підйомного механізму на значних висотах (50-90м) супроводжується значним ризиком для життя, як для них, так і потерпілих. Ця обставина підсилюється ще й тим, що стріла підйомного механізму не є абсолютно жорсткою. Тому через дію зовнішніх впливів при підйманні та переміщенні люльки виникають пружні деформації. Амплітуда коливання люльки може доходити до 4 метрів. На люльку діє, як система керування її переміщенням, так і реактивна сила від подачі вогнегасної речовини по сухотрубках. Крім того, усі підйомні механізми і автодрабини застосовуються на відкритому повітрі, тому повинні розглядатися, як такі, що піддаються дії вітру із статичним тиском 100 Н/м<sup>2</sup>, який відповідає швидкості вітру 12,5 м/с (6 балів за шкалою Бафорта) [1]. Це значно ускладнює роботу рятувальників, а деколи навіть зводить нанівець усі їхні зусилля. Підйомні механізми, що використовуються протипожежними службами, повинні відповідати вимогам безпеки та захисним заходам ДСТУ [1], зокрема пружні коливання люльки, як у вертикальній так і горизонтальній площині, повинні бути якнайменшими. Максимальне допустиме відхилення повинно становити  $\pm 3^\circ$ , за винятком дій прискорення та аварійної зупинки [1].

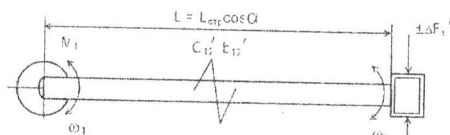


Рис. 1. Кінематична схема механізму повороту стріли з люлькою

Точність керування залежить лише від професійних дій оператора. До таких підйомників можна віднести пожежно-аварійно-рятувальний автомобіль на повноприводному шасі КРАЗ-63221-050 (6x6), (АТП-40). Демпфування пружних коливань люльки за рахунок механічних пристроїв є мало ефективно. Тому перспективним способом щодо демпфування цих коливань є використання

різноманітних систем автоматичного керування (САК) стабілізацією люльки. Така система повинна відпрацьовувати завдання з високою точністю і повинна забезпечувати демпфування пружних коливань люльки в обох площинах. Для цього необхідно розробити математичну модель механізму переміщення стріли з люлькою.

В даних тезах пропонується лише математична модель механізму повороту стріли з люлькою. Дана математична модель повинна бути побудована виходячи з вимог процедури синтезу системи керування.

Математична модель механізму повороту стріли з люлькою будується на основі кінематичної схеми (рис. 1) і загальних засадах розглянутих в [2]. Для приростів координат та зовнішніх впливів вирази, що відповідають математичній моделі механізму повороту стріли, мають вигляд:

$$\left. \begin{aligned} M_1(p) - a_1(p)\omega_1(p) - \left[ M_{12}'(p) - b_{12}'(\omega_2'(p) - \omega_1'(p)) \right] / i_p &= J_1 p \omega_1(p), \\ M_{12}'(p) &= \frac{C_{12}}{p} (\omega_1'(p) - \omega_2'(p)), \\ M_{12}'(p) + b_{12}'(\omega_1'(p) - \omega_2'(p)) \pm F_x'(p)L &= J_2' p \omega_2'(p), \\ \varphi_2'(p) &= \frac{1}{p} \omega_2'(p), \end{aligned} \right\}$$

де  $J_1, J_2'$  – сумарні моменти інерції першої та другої мас;  $M_1$  – момент, що діє зі сторони двигуна;  $F_x'(p)$  – горизонтальна складова збурень, які обумовлені силою вітру і реактивними зусиллями від струменя води;  $C_{12}$  – коефіцієнт пружності деформації згину;  $b_{12}'$  – коефіцієнт внутрішнього в'язкого тертя у пружній стрілі;  $\omega_1(p)$  – кутова швидкість двигуна;  $M_{12}'(p)$  – момент пружної деформації стріли;  $\omega_1'(p), \omega_2'(p)$  – кутові швидкості на кінцях стріли,  $\varphi_2'(p)$  – переміщення;  $p$  – оператор Лапласа.

**Висновок.** Представлення математичної моделі механізму повороту стріли з люлькою в даній формі запису дозволить використати її виходячи з вимог процедури синтезу системи автоматичного керування. Зокрема, мова йде про застосування системи підпорядкованого регулювання механізмом повороту стріли з люлькою.

#### Література:

1. ДСТУ EN 14043:2008. Автодрабини пожежні. Загальні технічні вимоги та методи випробовування (EN 14043:2005, IDT).
2. Борцов Ю.А., Соколовский Г.Г. Автоматизированный электропривод с упругими связями. – С.-Пб.: Энергоатомиздат, 1992. – 288с.